

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

#4  
2-25-02

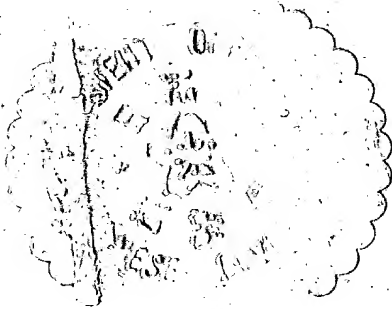
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2000年 9月14日

出願番号  
Application Number: 特願2000-279101

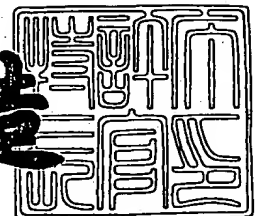
出願人  
Applicant(s): ティーディーケイ株式会社



2001年 3月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3015376

【書類名】 特許願

【整理番号】 01923

【提出日】 平成12年 9月14日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01F 1/34  
C01G 49/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケ  
イ株式会社内

【氏名】 瀬在 勇司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケ  
イ株式会社内

【氏名】 平井 一法

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083297

【弁理士】

【氏名又は名称】 山谷 皓榮

【選任した代理人】

【識別番号】 100096530

【弁理士】

【氏名又は名称】 今村 辰夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100103827

【弁理士】

【氏名又は名称】 平岡 憲一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023283

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 xDSLモデムトランス用磁心材料

【特許請求の範囲】

【請求項1】主成分組成が $MnO$ ：22.0～34.5モル%及び $ZnO$ ：12.0～25.0モル%を含み、残部が実質的に $Fe_2O_3$ からなり、トランスのTHDが広周波数帯域において、-80dB以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料。

【請求項2】請求項1に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、 $MnO$ ：23.8～24.2モル%、 $ZnO$ ：23.0～23.4モル%、 $Fe_2O_3$ ：52.6～53.0モル%となる組成であって、広周波数帯域におけるトランスのTHDを-85dB以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料。

【請求項3】請求項1に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、 $MnO$ ：26.1～26.5モル%、 $ZnO$ ：20.1～20.5モル%、 $Fe_2O_3$ ：53.2～53.6モル%となる組成であって、広周波数帯域におけるトランスのTHDを-85dB以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料。

【請求項4】請求項1に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、 $MnO$ ：23.0～23.4モル%、 $ZnO$ ：23.4～23.8モル%、 $Fe_2O_3$ ：53.0～53.4モル%となる組成であって、広周波数帯域におけるトランスのTHDを-40～+85℃の広温度帯域において-80dB以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料。

【請求項5】請求項1～4に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、磁心の中脚部の底板部からの高さと同脚部の一部の底板部からの高さを同一として、広周波数帯域におけるトランスのTHDを-75dB以下となるためのxDSLモデムトランス用磁心材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ADSL (Asymmetric D

igital Subscriber Line：非対称デジタル加入者回線）、VDSLなどのデジタル加入者回線（一般にxDSLと称される）におけるモデムで使用するトランスの磁心材料に係り、特にデータ通信時の伝送波形のTHD（Total Harmonic Distortion：総高調波歪）特性が広周波数帯域において優れたトランス用Mn-Zn系フェライト材料に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、電子機器分野では、機器の小型化、薄型化、高性能化等が求められている。また通信機器分野において、ISDN（総合デジタル通信網）等のインターフェース用のパルストランスにおいては、伝送特性を良くするためには広周波数帯域で1次巻線のインピーダンスが高くなければならず、そのためには1次巻線には高いインダクタンスが必要となる。このためITU（国際電気通信連合）-T勧告I.430等の規格では、パルストランスの1次巻線のインダクタンスは20mH以上確保するように定められている。

## 【0003】

さらに上記のように電子機器を小型化、薄型化するためにはトランスを小型化、薄型化しなければならず、そのためにトランスに使用する磁心材料を高透磁率化したり（特開平6-263447号公報、特開平7-94314号公報、特開平7-169612号公報、特開平7-211530号公報、特開平7-278764号公報、特開平7-297034号公報、特開平8-85821号公報、特開平8-97045号公報、特開平9-246034号公報、特開平10-12447号公報、特開平10-335130号公報）、トランスの形状を薄型化したり（特開平7-201582号公報、特開平7-201585号公報、特開平7-201588号公報、特開平7-201589号公報、特開平7-201590号公報）、EE形状のような分割型の磁心の場合には結合面を鏡面加工すること（特開平9-246034号公報）等により必要なインダクタンスを確保している。

## 【0004】

また、アナログ信号を伝送する電話回線と、デジタル信号を取り扱う情報端末

機やコンピュータとの接続に用いられるモデムにおけるトランスも同様に高いインダクタンスが必要となる（特開平11-176643号公報、特開平11-186044号公報）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところでインターネットの急速な普及により、従来技術に比べて大容量のデータをより高速に通信できる通信方式への需要が高まり、ADSLなどの新しい通信方式が開発されてきた。ADSLにはデジタル信号とアナログ信号とを変換するモデムが必要となる。

## 【0006】

このADSL技術は、上り信号が16～640kb/s、下り信号が1.5～9Mb/sと従来技術に比べて伝送速度が非常に高速で、動作周波数帯域も30kHz～1.1MHzと高い。このためモデムに使用されるトランスは、従来技術に比べ、インピーダンスを高くするためのインダクタンスは小さくしてもよい。従ってトランスの磁心材料の透磁率は従来技術の場合よりも小さくてよく、E形状のような分割型の磁心の場合でも結合面を鏡面加工する必要がない。

## 【0007】

しかし一方ではこのようなADSLによる高速データ通信において、高速度でデータ信号を伝送するためには、モデムで使用されるトランスは伝送波形の歪やノイズが小さく伝送エラーの発生割合がより小さくなくてはならないので、THDの小さくなる磁心材料が求められる。

## 【0008】

このためには磁心材料は、渦電流損失、ヒステリシス損失、残留損失といった交流磁場中での損失が小さくなくてはならない。

## 【0009】

なおTHDとは下記（1）式で表されるように、データ通信時の入力データの基本信号に対する総高調波とノイズ成分の割合のことを意味するので、伝送波形の歪やノイズが小さい程THDは小さくなる。

## 【0010】

## 高調波+ノイズ

$$\text{THD (dB)} = 20 \log \text{-----} \dots (1)$$

## 基本波+高調波+ノイズ

従って本発明の目的は、上記課題を解決するために、ADSL等の高速データ通信で使用されるモデムのトランス用磁心として好適な、広周波数帯域においてTHD特性の優れた高性能なトランス用の磁心材料を提供することである。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】このような上記本発明の目的は、下記(1)～(5)により達成することができる。

## 【0012】

(1) 主成分組成が $\text{MnO} : 22.0 \sim 34.5$ モル%及び $\text{ZnO} : 12.0 \sim 25.0$ モル%を含み、残部が実質的に $\text{Fe}_2\text{O}_3$ からなり、トランスのTHDが広周波数帯域において、 $-80\text{ dB}$ 以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料を提供する。

## 【0013】

(2) 前記(1)に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、 $\text{MnO} : 23.8 \sim 24.2$ モル%、 $\text{ZnO} : 23.0 \sim 23.4$ モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : 52.6 \sim 53.0$ モル%となる組成であって、広周波数帯域におけるトランスのTHDを $-85\text{ dB}$ 以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料を提供する。

## 【0014】

(3) 前記(1)に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、 $\text{MnO} : 26.1 \sim 26.5$ モル%、 $\text{ZnO} : 20.1 \sim 20.5$ モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : 53.2 \sim 53.6$ モル%となる組成であって、広周波数帯域におけるトランスのTHDを $-85\text{ dB}$ 以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料を提供する。

## 【0015】

(4) 前記(1)に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、 $\text{MnO} : 23.0 \sim 23.4$ モル%、 $\text{ZnO} : 23.4 \sim 23.8$ モル%、 $\text{Fe}$

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 53.0 ~ 53.4 モル% となる組成であって、広周波数帯域におけるトランスのTHDを $-40 \sim +85^\circ\text{C}$ の広温度帯域において $-80\text{ dB}$ 以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料を提供する。

【0016】

(5) 前記(1) ~ (4)に記載されたxDSLモデムトランス用磁心材料において、磁心の中脚部の底板部からの高さと同脚部の一部の底板部からの高さを同一として、広周波数帯域におけるトランスのTHDを $-75\text{ dB}$ 以下となるためのxDSLモデムトランス用磁心材料を提供する。

【0017】

これにより下記の作用効果を奏する。

【0018】

(1)  $\text{MnO}$ を22.0 ~ 34.5 モル%、 $\text{ZnO}$ を12.0 ~ 25.0 モル%、残部を実質的に $\text{Fe}_2\text{O}_3$ からなる、xDSL用のモデムのトランス用磁心材料を提供することにより、トランスのTHD特性が広周波数帯域において $-80\text{ dB}$ 以下となり、このため高速データ通信における伝送波形の歪やノイズが小さくなり、伝送エラーの発生を防止でき、高精度でデータ信号を伝送することができる。

【0019】

(2) 特に $\text{MnO}$ を23.8 ~ 24.2 モル%、 $\text{ZnO}$ を23.0 ~ 23.4 モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を52.6 ~ 53.0 モル%の組成のxDSL用のモデムのトランス用磁心材料を提供することによりトランスのTHD特性が広周波数帯域において $-85\text{ dB}$ 以下とすることができるので、高速データ通信における伝送波形の歪やノイズを一層小さくすることができ、伝送エラーの発生をさらに防止でき、より高精度でデータ信号を伝送することができる。

【0020】

(3) また $\text{MnO}$ を26.1 ~ 26.5 モル%、 $\text{ZnO}$ を20.1 ~ 20.5 モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を53.2 ~ 53.6 モル%の組成のxDSL用のモデムのトランス用磁心材料を提供することによりトランスのTHD特性が広周波数帯域において $-85\text{ dB}$ 以下とすることができるので、高速データ通信における伝送



波形の歪やノイズを一層小さくすることができ、伝送エラーの発生をさらに防止でき、より高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【 0 0 2 1 】

(4) さらに  $\text{MnO}$  を 23.0 ~ 23.4 モル%、 $\text{ZnO}$  を 23.4 ~ 23.8 モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を 53.0 ~ 53.4 モル% の組成の xDSL 用のモデムのトランス用磁心材料を提供することにより、トランスの THD 特性が  $-40 \sim +85^\circ\text{C}$  の広い温度帯域にわたって、しかも広周波数帯域において  $-80\text{ dB}$  以下とすることができるので、温度変化のはげしい雰囲気においても、xDSL 高速データ通信における伝送波形の歪やノイズが小さくなり、伝送エラーの発生を防止でき、高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【 0 0 2 2 】

(5) 前記 (1) ~ (4) に記載した xDSL モデムトランス用磁心材料により、磁心の中脚部の底板部からの高さと同脚部の一部の底板部からの高さとを同一としたので、xDSL の、広周波数帯域におけるトランスの THD を  $-75\text{ dB}$  以下となるものを、前記中脚部と同脚部の一部とを同一の研磨工程で同時に多数研磨加工することができるので、前記トランス用磁心の加工を量産性よく行うことができる。

## 【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】 本発明の一実施の形態を表 1 及び図 1 ~ 図 4 にもとづき説明する。表 1 は本発明の実施例及び比較例を示すサンプルの組成成分及び特性を示し、図 1 は THD 測定を行った磁心の形状を示し、図 2 は THD 測定の回路図を示し、図 3 は THD の広周波数帯域特性を示し、図 4 は温度変化を与えたときの測定値の一例を示す。

## 【 0 0 2 4 】

本発明において、主成分の出発原料として  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Mn}_3\text{O}_4$ 、 $\text{ZnO}$  を使用した。また副成分としては、 $\text{SiO}_2$  : 30 ~ 180 ppm、 $\text{CaCO}_3$  : 100 ~ 2000 ppm、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  : 0 ~ 300 ppm、 $\text{V}_2\text{O}_5$  : 0 ~ 500 ppm、 $\text{MoO}_3$  : 0 ~ 400 ppm、 $\text{ZrO}$  : 0 ~ 300 ppm、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  : 0 ~ 800 ppm、 $\text{SnO}_2$  : 0 ~ 3500 ppm、P : 0 ~ 100 ppm のうち 2 種以上を含

有せしめる。

【 0 0 2 5 】

焼成後の成分が表 1 に示す通りになるように、出発原料を秤量し、湿式混合後乾燥させ、大気中で 2 時間 9 0 0 °C で仮焼成した。

【 0 0 2 6 】

得られた仮焼成体に副成分を添加し、粉碎することにより混合した。混合後、適当なバインダー、例えばポリビニルアルコールを加え、スプレードライヤー等で造粒し、E P 形状に成形した。さらに得られた成形体を、酸素濃度を制御した雰囲気下において 1 4 0 0 °C で焼成して、図 1 に示す如き、M n - Z n 系フェライト焼成体を得た。

【 0 0 2 7 】

次いでこれらの M n - Z n 系フェライト焼結体をトランスの磁心として用い、T H D 測定を行った。

【 0 0 2 8 】

評価条件について説明する。磁心は、図 1 に示す如く、E P 形状の磁心 1 を使用した。すなわち、中脚部 2 と外脚部 3 を底板部 4 で接続して磁心 1 を構成する。中脚部 2 は円柱状に形成され、外脚部 3 はその断面内側の線が円柱状の中脚部 2 の軸を中心とする凹状の円弧を含むように形成されている。

【 0 0 2 9 】

この磁心 1 は 2 個で使用され、中脚部 2、外脚部 3 が互いに重なる状態で使用される。このとき中脚部 2 は 1 次巻線と 2 次巻線が巻回されたボビンに挿入される。インダクタンスを適切な値に調整するために、必要に応じて磁心の中脚部に、 $\Delta G$  のギャップを設ける。

【 0 0 3 0 】

すなわちギャップが必要な場合、磁心 1 の少なくとも 1 つはその中脚部 2 の底板 4 からの高さ  $h_1$  と、外脚部 3 の底板 4 からの高さ  $h_2$  が  $h_2 = h_1 + \Delta G$  となり、2 つの磁心 1 を重ねて使用したとき少なくとも  $\Delta G$  のギャップが存在する。

【 0 0 3 1 】

巻線はリーケージインダクタンスを小さくするために1次巻線を2分割して、1次巻線（70ターン）－2次巻線（140ターン）－1次巻線（70ターン）というサンドイッチ巻きとした。このようなトランスを、オーディオアナライザに接続し、THDを測定した。オーディオアナライザとしては、Audio Precision社製のSystem2を使用し、図2に示す如く、1次巻線 $N_p$ を $10\Omega$ の抵抗を直列接続して端子 $t_1$ 、 $t_2$ に接続し、2次巻線 $N_s$ には $50\Omega$ の抵抗を並列接続して端子 $t_3$ 、 $t_4$ に接続する。なお、測定機のジェネレータ側には $40\Omega$ の抵抗が直列に接続されているので、トランスの1次側は $50\Omega$ の抵抗が直列に接続されていることになる。

## 【0032】

このようなトランスの1次巻線 $N_p$ に、端子 $t_1$ 、 $t_2$ より、トランスの1次側両端の電圧2.5V、周波数5kHz、30kHz及び100kHzのデータ信号を入力し、その2次巻線 $N_s$ 側の出力される伝送波形を端子 $t_3$ 、 $t_4$ より入力して分析し、25℃におけるTHDを測定した。このときTHD測定と同条件でトランスの磁心の交流磁場中での損失も測定した。これらの測定結果を表1に示す。

## 【0033】

THDの周波数特性としては、図3に示す如く、低周波数におけるTHDよりも高周波数におけるTHDが小さな値を示し、優れた特性となるので、例えば5kHzの値を測定することにより、それより上の広周波数帯域の特定を判断することができる。

## 【0034】

【表 1】

	主成分組成 (mol%)			磁心損失 ( $\text{Kw/m}^2$ ) (5 kHz)	THD (dB)		
	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MnO}$	$\text{ZnO}$		5 kHz	30 kHz	100 kHz
実施例 1	52.9	23.9	23.2	1.0	- 88	- 102	- 105
実施例 2	52.7	24.0	23.3	1.0	- 88	- 102	- 105
実施例 3	52.8	24.1	23.1	1.0	- 88	- 102	- 105
実施例 4	53.5	26.2	20.3	1.0	- 86	- 102	- 105
実施例 5	53.3	26.3	20.4	1.0	- 86	- 102	- 105
実施例 6	53.4	26.4	20.2	1.0	- 86	- 102	- 105
実施例 7	53.3	23.1	23.6	1.1	- 83	- 101	- 105
実施例 8	53.1	23.2	23.7	1.1	- 83	- 101	- 105
実施例 9	53.2	23.3	23.5	1.1	- 83	- 101	- 105
実施例 10	54.0	32.7	13.3	1.1	- 83	- 100	- 105
実施例 11	52.8	24.5	22.7	1.1	- 82	- 100	- 105
実施例 12	52.9	25.5	21.6	1.1	- 81	- 100	- 105
実施例 13	54.0	33.0	13.0	1.1	- 80	- 100	- 105
比較例 1	53.4	35.4	11.2	1.4	- 73	- 98	- 104
比較例 2	54.0	35.2	10.8	1.4	- 73	- 98	- 104
比較例 3	53.6	36.2	10.2	1.4	- 73	- 98	- 104
比較例 4	54.1	36.6	9.3	1.4	- 73	- 98	- 104
比較例 5	54.5	37.0	8.5	1.4	- 73	- 98	- 104
比較例 6	54.0	37.5	8.5	1.4	- 73	- 98	- 104

## 【0035】

この表 1 に示す如く、Mn-Zn 系フェライト材料の主成分が MnO : 22.0 ~ 34.5 モル% および ZnO : 12.0 ~ 25.0 モル% を含み、残部が実質的に  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  からなる場合において交流磁場中での損失が小さくなり、その結果、トランスの THD が広周波数帯域において -80 dB 以下という小さい値になることが明らかとなった。

## 【0036】

従ってトランスにこの組成のフェライト磁心を内蔵したモデムで ADSL のよ

うな高速データ通信を行った場合、トランスでの伝送波形の歪やノイズが小さく、伝送エラーの発生を防止できるため高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【 0 0 3 7 】

この表 1 のなかでも実施例 1 と実施例 2 と実施例 3 を参照して、 $\text{MnO} : 23.8 \sim 24.2$  モル%、 $\text{ZnO} : 23.0 \sim 23.4$  モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : 52.6 \sim 53.0$  モル%の組成においては、トランスの THD 特性は広周波数帯域において  $-85 \text{ dB}$  以下という特に優れた値となることが判明した。

## 【 0 0 3 8 】

更に、実施例 4 と実施例 5 と実施例 6 を参照して、 $\text{MnO} : 26.1 \sim 26.5$  モル%、 $\text{ZnO} : 20.1 \sim 20.5$  モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : 53.2 \sim 53.6$  モル%となる組成においては、これまたトランスの THD 特性は広周波数帯域において  $-85 \text{ dB}$  以下という特に優れた値となることが判明した。

## 【 0 0 3 9 】

また実施例 7 と実施例 8 と実施例 9 の、 $\text{MnO} : 23.0 \sim 23.4$  モル%、 $\text{ZnO} : 23.4 \sim 23.8$  モル%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : 53.0 \sim 53.4$  モル%となる組成では、図 4 に示す如く、 $-40 \sim +85^\circ\text{C}$  の広い温度帯域にわたって  $5 \text{ kHz}$  においても THD が  $-80 \text{ dB}$  以下となったことから、広周波数帯域、広温度帯域においてトランスの THD 特性が優れることが判明した。

## 【 0 0 4 0 】

次に本発明の数値範囲の限定理由について説明する。

## 【 0 0 4 1 】

表 1 の比較例に示す如く、 $\text{Mn}-\text{Zn}$  系フェライト材料の主成分組成が  $34.5$  モル%より大きくなるが、または  $\text{ZnO}$  の組成が  $12.0$  モル%より小さくなると、磁心材料の交流磁場中での損失が大きくなり、THD が高くなる。

## 【 0 0 4 2 】

また  $\text{MnO}$  の組成が  $22.0$  モル%より小さくなるかまたは  $\text{ZnO}$  の組成が  $25.0$  モル%より大きくなるとキュリー点が実使用温度領域まで低下し、フェライトとしての特性が失われるものとなる。

## 【0043】

したがって、Mn-Zn系フェライト材料の主成分が、MnO: 22.0~34.5モル%およびZnO: 12.0~25.0モル%を含み、残部が実質的にFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなるという組成物範囲から外れると、ADSL等の高速データ通信におけるモデムに使用されるトランス用磁心として使用した場合、高精度でデータ信号を伝送することが困難であることが明らかである。

## 【0044】

表1に示す各実施例のように、Mn-Zn系フェライト材料の主成分組成がMnO: 22.0~34.5モル%およびZnO: 12.0~25.0モル%を含み、残部が実質的にFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる場合において、広周波数帯域においてトランスのTHD特性に優れたMn-Zn系フェライト材料を得ることができ、ADSLなどの高速データ通信におけるモデムに使用されるトランス用磁心として使用したとき、トランスでの伝送波形の歪やノイズが小さく、伝送エラーの発生を防止することができるため、高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【0045】

また本発明において、トランスの磁心の形状は、上記のEP形状に限らず、E形の磁心を1対組合わせたEE形状のもの、E形の磁心とI形の磁心を組合わせたEI形状のもの、図6の平面図(A)、斜視図(B)に示す如く、ディスク部11とその周縁に一体に形成されるリング部12、13と、ディスク部11の中央部に形成されるスラグ部14等を具備するRM形状磁心10、図7の平面図(A)、断面図(B)に示す如く、ディスク部21の周縁に一体に形成されるリング部22、23と、切欠部24と、ディスク部21の中心に一体に形成されるスラグ部25等を具備するポット形状磁心20、図8に示す如く、接続部31に側方脚部32、33と中間脚部34等を具備するEPC形状磁心30等にも適用することができ、いずれの形状においても、広周波数帯域におけるトランスのTHDを-75dB以下とすることができる。

## 【0046】

本発明の第2の実施の形態では、前記図1に示すEP形状の磁心のギャップの加工を、図5に示す如く、量産性を高めるため矢印Aで示す如く、中脚部2'の

頭部分のみでなく、外脚部 3' まで貫通させて  $\Delta G$  のギャップ加工（以下このギャップをスルーギャップという）する。このギャップ加工後にトランスの THD 測定を行ったところ、図 1 に示すセンターギャップのみの場合に比べて 2 dB 程度しか高くなり、ギャップ加工をこのようなスルーギャップにしてもトランスの THD が広周波数帯域において -75 dB 以下という小さな値になることが明らかになった。

## 【0047】

しかもスルーギャップは、センターギャップのときの研磨手段を中脚部 2' から外脚部 3' まで矢印 A に示す如く、研磨させることができるので、この矢印方向に多数の磁心を並べておき、一回の研磨工程で多数の磁心を同時に加工することが可能となり、磁心のギャップの加工を量産性良く行うことができる。

## 【0048】

このように磁心のギャップ加工をスルーギャップにしても、ADSL などの高速データ通信におけるモデムに使用したときに、トランスでの伝送波形の歪やノイズが小さく、伝送エラーの発生を防止することができるため、高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【0049】

このようなスルーギャップは、EP 形状のみならず、RM 形状、Pot 形状、EPC 形状などにも適用できる。

## 【0050】

なお前記説明では ADSL について記載したが、本発明は勿論これに限定されるものではなく VDSL 等 xDSL に広く適用可能なものである。

## 【0051】

【発明の効果】本発明によれば下記の効果を奏することができる。

## 【0052】

(1)  $MnO$  を 22.0 ~ 34.5 モル%、 $ZnO$  を 12.0 ~ 25.0 モル%、残部を実質的に  $Fe_2O_3$  からなる、xDSL 用のモデムのトランス用磁心材料を提供することにより、トランスの THD 特性が広周波数帯域において -80 dB 以下となり、このため高速データ通信における伝送波形の歪やノイズが小

さくなり、伝送エラーの発生を防止でき、高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【0053】

(2) 特にMnOを23.8~24.2モル%、ZnOを23.0~23.4モル%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を52.6~53.0モル%の組成のxDSL用のモデムのトランス用磁心材料を提供することにより、トランスのTHD特性が広周波数帯域において-85dB以下とすることができるので、高速データ通信における伝送波形の歪やノイズを一層小さくすることができ、伝送エラーの発生をさらに防止でき、より高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【0054】

(3) またMnOを26.1~26.5モル%、ZnOを20.1~20.5モル%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を53.2~53.6モル%の組成のxDSL用のモデムのトランス用磁心材料を提供することにより、トランスのTHD特性が広周波数帯域において-85dB以下とすることができるので、高速データ通信における伝送波形の歪やノイズを一層小さくすることができ、伝送エラーの発生をさらに防止でき、より高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【0055】

(4) さらにMnOを23.0~23.4モル%、ZnOを23.4~23.8モル%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を53.0~53.4モル%の組成のxDSL用のモデムのトランス用磁心材料を提供することにより、トランスのTHD特性が-40~+8.5℃の広い温度帯域にわたって、しかも広周波数帯域において-80dB以下とすることができるので、温度変化のはげしい雰囲気においても、xDSL高速データ通信における伝送波形の歪やノイズが小さくなり、伝送エラーの発生を防止でき、高精度でデータ信号を伝送することができる。

## 【0056】

(5) 前記(1)~(4)に記載したxDSL高速データ通信におけるモデムのトランス用磁心材料により、磁心の中脚部の底板部からの高さとは脚部の一部の底板部からの高さとを同一としたので、xDSL高速データ通信用の、広周波数帯域におけるトランスのTHDを-75dB以下となるものを、前記中脚部と



外脚部の一部とを同一の研磨工程で同時に研磨加工することができるので、効率よく前記トランス用磁心を加工することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 T H D 測定を行った磁心形状説明図である。

【図 2】 T H D 測定回路図である。

【図 3】 T H D の広周波数帯域特性である。

【図 4】 温度変化を与えたときの T H D 測定値の 1 例（実施例 7、実施例 8、実施例 9）である。

【図 5】 ギャップ加工の量産性向上状態説明図である。

【図 6】 R M 形状磁心説明図である。

【図 7】 ポット形状磁心説明図である。

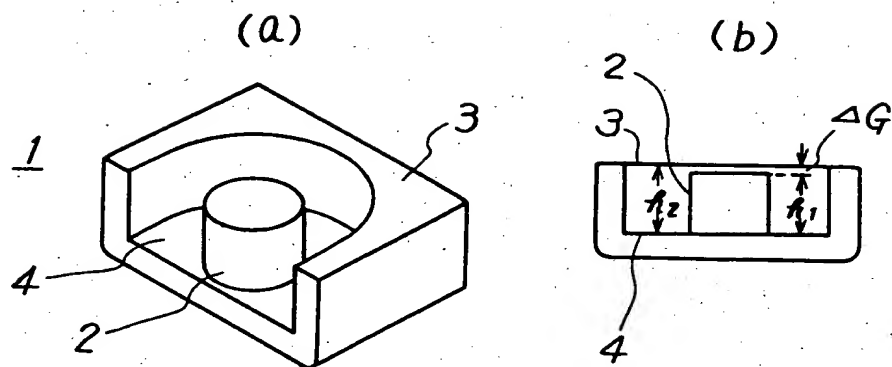
【図 8】 E P C 形状磁心説明図である。

【符号の説明】

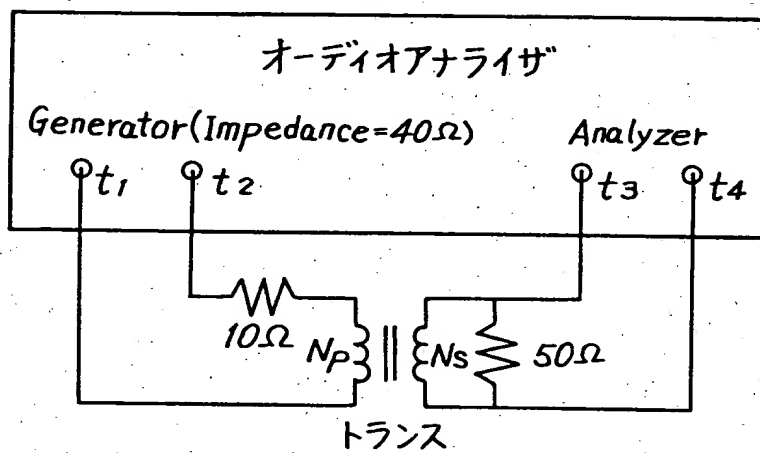
- 1 E P 形状磁心
- 2 中間脚
- 3 外脚部
- 4 底板部

【書類名】 図面

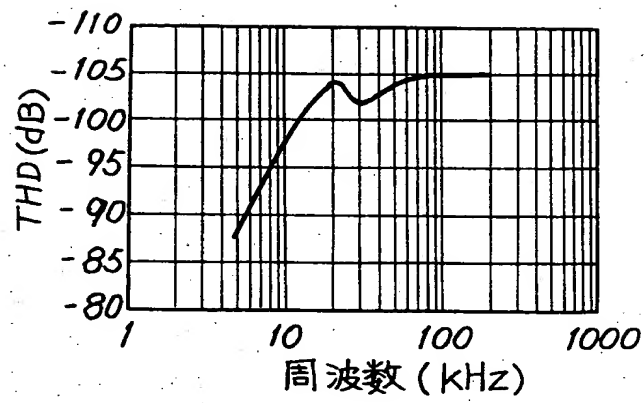
【図 1】



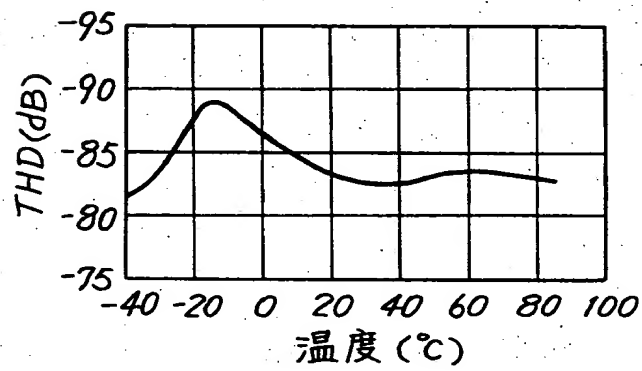
【図 2】



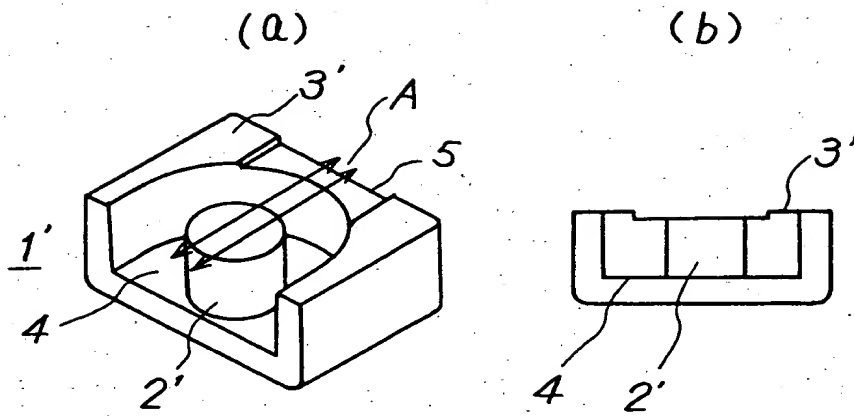
【図 3】



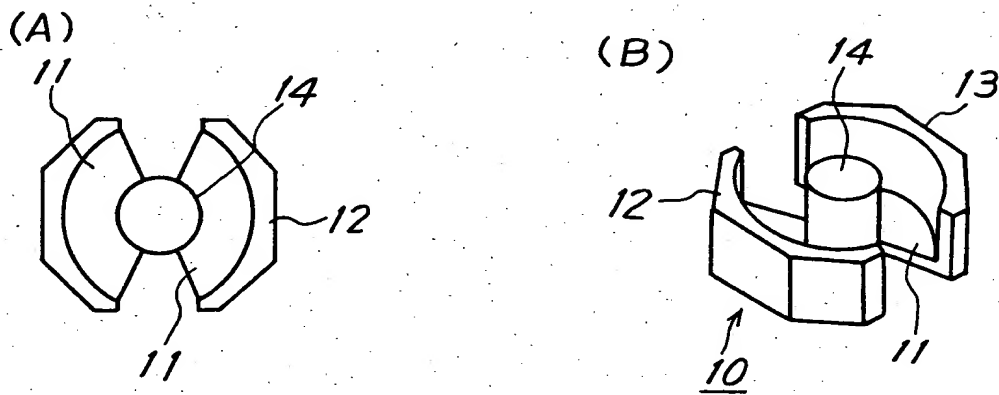
【図 4】



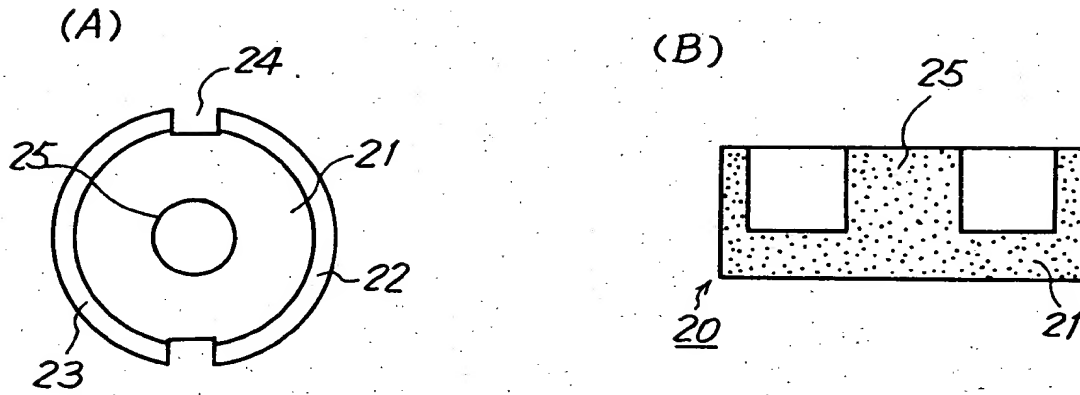
【図 5】



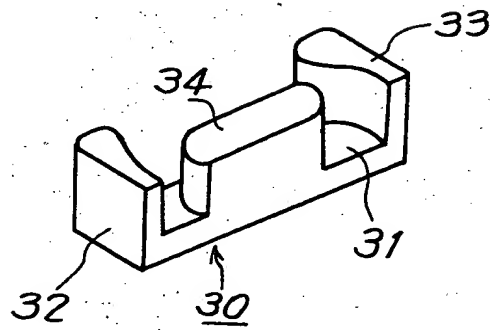
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ADSLなどの高速データ通信で使用するモデムのトランス用磁心として好適な、広周波数帯域においてTHD特性の優れた高性能なトランス用の磁心材料を提供すること。

【解決手段】 このため、主成分組成が $MnO: 22.0 \sim 34.5$ モル%および $ZnO: 12.0 \sim 25.0$ モル%を含み、残部が実質的に $Fe_2O_3$  からなり、トランスのTHDが広周波数帯域において、 $-80\text{ dB}$ 以下となるための、xDSLモデムトランス用磁心材料を提供するものである。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名 ティーディーケイ株式会社

#19

C E R T I F I C A T E

I, Hitoshi MAEDA, a member of MAEDA & NISHIDE of Kiriyama Bldg., 1-1, Sarugaku-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan hereby declare that I am conversant with the Japanese and the English languages and that I am the translator of the document attached and certify that to the best of my knowledge and belief the following is a true and correct English translation of the specification which accompanied Japanese Patent Application No. 2000-279101 in the name of TDK Corporation.

Signed this *8th* day of *July*, 2003

*Hitoshi Maeda*

Hitoshi MAEDA



[ Name of Document ] Request for Patent  
 [ Management No. used by Applicant ] 01923  
 [ Filing Data ] September 14, 2000  
 [ Filing to ] Director-General of Patent Office  
 [ IPC ] H01F 1/34  
           C01G 49/00  
  
 [ Inventor ]  
     [ Domicile or Residence ] (c/o) TDK Corporation, 1-13-1, Nihonbashi,  
 Chuo-ku, Tokyo  
     [ Name ] Yuji SEZAI  
 [ Inventor ]  
     [ Domicile or Residence ] (c/o) TDK Corporation, 1-13-1, Nihonbashi,  
 Chuo-ku, Tokyo  
     [ Name ] Ippou HIRAI  
 [ Applicant ]  
     [ Identification No. ] 000003067  
     [ Name ] TDK Corporation  
 [ Attorney ]  
     [ Identification No. ] 100083297  
     [ Patent Attorney ]  
     [ Name ] Kouei YAMAYA  
 [ Attorney ]  
     [ Identification No. ] 100096530  
     [ Patent Attorney ]  
     [ Name ] Tatsuo IMAMURA  
 [ Attorney ]  
     [ Identification No. ] 100103827  
     [ Patent Attorney ]  
     [ Name ] Kenichi HIRAOKA  
 [ Fee ]  
     [ Number of register of payment ] 023283  
     [ Amount ] 21000  
 [ List of Submitted Objects ]  
     [ Name of Object ] Specification 1  
     [ Name of Object ] Drawings 1  
     [ Name of Object ] Summary 1  
 [ Demand of Proof ] Necessary

[Designation of Document] Specification

[Title of the Invention] MAGNETIC CORE MATERIAL FOR xDSL MODEM TRANSFORMER

[Claims]

[Claim 1] a magnetic core material for an xDSL modem transformer having a main component comprised of MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , and having the THD of the transformer not more than -80 dB in a broad frequency band.

[Claim 2] a magnetic core material for an xDSL modem transformer as set forth in claim 1, having a component comprised of MnO: 23.8 to 24.2 mol%, ZnO: 23.0 to 23.4 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 52.6 to 53.0 mol%, and having the THD of the transformer not more than -85 dB in a broad frequency band.

[Claim 3] a magnetic core material for an xDSL modem transformer as set forth in claim 1, having a component comprised of MnO: 26.1 to 26.5 mol%, ZnO: 20.1 to 20.5 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 53.2 to 53.6 mol% and having the THD of the transformer not more than -85 dB in a broad frequency band.

[Claim 4] a magnetic core material for an xDSL modem transformer as set forth in claim 1, having a component comprised of MnO: 23.0 to 23.4 mol%, ZnO: 23.4 to 23.8 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 53.0 to 53.4 mol% and having the THD of the transformer not more than -80 dB over a broad temperature range of -40 to +85°C and in a broad frequency band.

[Claim 5] a magnetic core material for an xDSL modem transformer as set forth in claim 1 to 4, wherein, in the magnetic core, the height of the center leg from the bottom plate and the height of part of the outer leg from the bottom plate are made the same, and having the THD of the transformer not more than -75 dB in a broad frequency band.

[Detailed Description of the Invention]

[0001] [Field of the Invention]

The present invention is a material which relates to a magnetic core material used in a modem in a digital subscriber line such as an asymmetric digital subscriber line (ADSL) or VDSL (in general called an "xDSL"), more particularly relates to an Mn-Zn-based ferrite

material for a transformer with a superior total harmonic distortion (THD) of the transmission waveform at the time of data communication in a broad frequency band.

[0002] [Prior Art]

In recent years, in the field of electronics, equipment has been required to be made smaller in size, smaller in thickness, and improved in performance. Further, in the field of communications equipment, the impedance of the primary coil in the pulse transformer for interfacing with the Integrated Services Digital Network (ISDN) etc. has to be increased in a broad frequency band to improve the transmission characteristics. Therefore, the primary coil is required to have a high inductance. The I.430 and other standards of the ITU (International Telecommunications Union)-T required that at least 20 mH be secured for the inductance of the primary coil of the pulse transformer.

[0003] Further, to reduce the size and thickness of electronic equipment in this way, the transformer has to be made smaller and thinner. Therefore, the necessary inductance is being secured by increasing the magnetic permeability of the material of the magnetic core used for the transformer (Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 6-263447, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-94314, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-169612, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-211530, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-278764, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-297034, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 8-85821, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 8-97045, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 9-246034, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 10-12447, and Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 10-335130), reducing the thickness of the transformer (Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-201582, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-201585, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-201588, Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-201589, and Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 7-201590), mirror-polishing the bonding surfaces in the case of a split-type magnetic core such

as an EE shape (Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 9-246034), etc.

[0004] Even in a transformer of a modem used for connecting a telephone line transmitting an analog signal and a data terminal or computer handling a digital signal, a similarly high inductance is required (Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 11-176643 and Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 11-186044).

[0005] [Problems to be solved by the Invention]  
Due to the rapid spread of the Internet, however, demand has risen for communication systems enabling higher speed communication of large quantities of data compared with the prior art. New communication systems such as ADSL have been developed. ADSL requires a modem for converting between a digital signal and analog signal.

[0006] ADSL technology has a much higher transmission speed than in the past, that is, 16 to 640 kb/s for uplink signals and 1.5 to 9 Mb/s for downlink signals. The operating frequency band is also a high one of 30 kHz to 1.1 MHz. Therefore, the transformer used for a modem may be reduced in the inductance for raising the impedance compared with the prior art. Accordingly, the magnetic permeability of the material of the magnetic core of the transformer may be made smaller than that of prior art and mirror-polishing of the bonding surfaces is not required even in the case of a split-type magnetic core such as an EE shape.

[0007] On the other hand, in high speed data communications using such ADSL, the transformer used in the modem for transmitting a data signal at a high speed has to have a small distortion of the transmission waveform and noise and has to be reduced in the rate of occurrence of transmission error, so a material of the magnetic core having a small THD is sought.

[0008] Therefore, the loss in the AC magnetic field such as the eddy current loss, the hysteresis loss, and the residual loss has to be reduced.

[0009] Note that the THD means the ratio of the total harmonics and the noise component with respect to the basic signal of the input data at the time of data communication as expressed by the following

equation (1), so the THD becomes smaller the smaller the distortion of the transmission waveform or noise.

[0010]  $\text{THD (dB)} = 20 \log (\text{harmonics} + \text{noise}) / (\text{basic wave} + \text{harmonics} + \text{noise}) \dots (1)$ .

Accordingly, an object of the present invention is to provide a magnetic core material for a high performance transformer suitable for a magnetic core for a transformer of a modem used in ADSL or other high speed data communication and superior in THD characteristic in a broad frequency band.

[0011] [Means to Solve the Problems]

The above object of the present invention can be attained by providing following (1) to (5).

[0012] (1) Provided is a magnetic core material for an xDSL modem transformer having a main component comprised of MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , and having the THD of the transformer not more than -80 dB in a broad frequency band.

[0013] (2) Provided is a magnetic core material for an xDSL modem transformer as referenced in above (1), having a component comprised of MnO: 23.8 to 24.2 mol%, ZnO: 23.0 to 23.4 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 52.6 to 53.0 mol%, and having the THD of the transformer not more than -85 dB in a broad frequency band.

[0014] (3) Provided is a magnetic core material for an xDSL modem transformer as referenced in above (1), having a component comprised of MnO: 26.1 to 26.5 mol%, ZnO: 20.1 to 20.5 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 53.2 to 53.6 mol% and having the THD of the transformer not more than -85 dB in a broad frequency band.

[0015] (4) Provided is a magnetic core material for an xDSL modem transformer as referenced in above (1), having a component comprised of MnO: 23.0 to 23.4 mol%, ZnO: 23.4 to 23.8 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 53.0 to 53.4 mol% and having the THD of the transformer not more than -80 dB over a broad temperature range of -40 to +85°C and in a broad frequency band.

[0016] (5) Provided is a magnetic core material for an xDSL modem transformer as referenced in above (1) to (4), wherein, in the magnetic

core, the height of the center leg from the bottom plate and the height of part of the outer leg from the bottom plate are made the same, and having the THD of the transformer not more than -75 dB in a broad frequency band.

[0017] According to these, the following operative effects are provided.

[0018] (1) By providing an xDSL modem transformer comprised of MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , the THD characteristic of the transformer becomes not more than -80 dB in a broad frequency band. Therefore, the distortion of the transmission waveform and noise in high speed data communication become smaller, the occurrence of transmission error can be prevented, and a data signal can be transmitted at a high accuracy.

[0019] (2) Particularly, by providing an xDSL modem transformer comprised of MnO: 23.8 to 24.2 mol%, ZnO: 23.0 to 23.4 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 52.6 to 53.0 mol%, the THD characteristic of the transformer can be made not more than -85 dB in a broad frequency band. Therefore, it is possible to further reduce the distortion of the transmission waveform or noise in high speed data communications, possible to further prevent occurrence of transmission error, and possible to transmit a data signal at a higher accuracy.

[0020] (3) If provided is an xDSL modem transformer comprised of MnO: 26.1 to 26.5 mol%, ZnO: 20.1 to 20.5 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 53.2 to 53.6 mol%, the THD characteristic of the transformer can be made not more than -85 dB in a broad frequency band. Therefore, it is possible to further reduce the distortion of the transmission waveform or noise in high speed data communications, possible to further prevent occurrence of transmission error, and possible to transmit a data signal at a higher accuracy.

[0021] (4) Further, by providing an xDSL modem transformer comprised of MnO: 23.0 to 23.4 mol%, ZnO: 23.4 to 23.8 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 53.0 to 53.4 mol%, the THD characteristic of the transformer can be made not more than -80 dB over a broad temperature range of -40 to +85° C and in a broad frequency band. Therefore, even in an atmosphere with

sharp changes in temperature, it is possible to further reduce the distortion of the transmission waveform or noise in xDSL high speed data communications, possible to further prevent occurrence of transmission error, and possible to transmit the data signal at a higher precision.

[0022] (5) In the magnetic core, the height of the center leg from the bottom plate and the height of part of the outer leg from the bottom plate are made the same by a magnetic core material for an xDSL modem transformer as referenced in above (1) to (4). Accordingly, it is possible to simultaneously grind a large number of above center leg and part of the outer leg by the same grinding step and to process the above magnetic core for transformer, XDSL having the THD of the transformer not more than -75 dB in a broad frequency band, with a good mass productivity.

[0023] [Embodiments of the Invention]

First embodiment of the present invention is explained given with reference to table 1 and figure 1 to figure 4. Table 1 shows composition and characteristic of samples for examples and comparisons of present invention. Figure 1 shows the shape of a magnetic core measured for THD. Figure 2 shows a circuit diagram of THD measurement. Figure 3 shows the broad frequency band characteristic of THD. Figure 4 shows an example of the measurement value when giving temperature changes.

[0024] As the starting materials of the main component,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , and  $\text{ZnO}$  are used in the present invention. Further, as the sub components, at least two of the following are contained:  $\text{SiO}_2$ : 30 to 180 ppm,  $\text{CaCO}_3$ : 100 to 2000 ppm,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ : 0 to 300 ppm,  $\text{V}_2\text{O}_5$ : 0 to 500 ppm,  $\text{MoO}_3$ : 0 to 400 ppm,  $\text{ZrO}$ : 0 to 300 ppm,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ : 0 to 800 ppm,  $\text{SnO}_2$ : 0 to 3500 ppm, and P: 0 to 100 ppm.

[0025] The starting materials are weighed, wet mixed, then dried and fired in the atmosphere for 2 hours at  $900^\circ\text{C}$ , so that, after firing, the components become as shown in Table 1.

[0026] The sub components are added to the obtained fired material and mixed by pulverization. After mixing, a suitable binder, for example, polyvinyl alcohol, is added, and the result is granulated by a spray drier etc., then the EP shape is formed. Further, the obtained shaped

article is fired at 1400°C in an atmosphere controlled in oxygen concentration to obtain an Mn-Zn-based ferrite fired material as shown in Figure 1.

[0027] Next, each of these Mn-Zn-based ferrite fired material is used as magnetic cores for a transformer and measured for THD.

[0028] The evaluation conditions will be explained next. As the magnetic core, the magnetic core 1 of an EP shape as shown in figure 1 is used. That is, the magnetic core 1 is comprised by connecting the center leg 2 and the outer leg 3 with the bottom plate 4. The center leg 2 is shaped cylindrically and the line on the inner section of the outer leg 3 is formed to include recessed arc-shape which has the axis of cylindrically shaped inner leg 2 at its center.

[0029] Magnetic core 1 is used in duplicate. They are used with one magnetic core 1 superposed on the other magnetic core 1 turned around and with the center legs 2 and outer legs 3 superposed respectively. At this time, the center legs 2 are inserted into bobbins around which the primary coil and secondary coil are wound. To adjust the inductance to a suitable value, a gap  $\Delta G$  is provided at the tops of the center legs 2 of the magnetic core.

[0030] That is, when a gap is necessary, at least one magnetic core 1 shows  $h_2 = h_1 + \Delta G$  of a height  $h_1$  from the bottom plate 4 of the center leg 2 and the height  $h_2$  from the bottom plate 4 of the outer leg 3. When two magnetic cores 1 are used superposed, there is at least a gap  $\Delta G$ .

[0031] In order to reduce the leakage inductance, the primary coil was divided into two to form a sandwich coil of a primary coil (70 turns)- secondary coil (140 turns)- primary coil (70 turns). The transformer was connected to an audio analyzer and the THD was measured. As an audio analyzer, a System 2 made by Audio Precision Co. was used. As shown in FIG. 2, the primary coil  $N_p$  was connected in series to a 10 $\Omega$  resistance and connected to the terminals  $t_1$  and  $t_2$ . The secondary coil  $N_s$  was connected in parallel to a 50 $\Omega$  resistance and connected to the terminals  $t_3$  and  $t_4$ . Note that since a 40 $\Omega$  resistance was connected in series to the generator side of the measuring instrument, a 50 $\Omega$  resistance is connected in series at the primary side of the transformer.



[0032] A voltage across the ends of the primary side of the transformer of 2.5V and Data signals of frequencies of 5 kHz, 30 kHz, and 100 kHz were input to the primary coil  $N_p$  of the transformer from the terminal  $t_1$  and  $t_2$ , while the transmission waveform output to the secondary coil  $N_s$  side was input from the terminals  $t_3$  and  $t_4$ . The results were analyzed and the THD at 25°C was measured. At that time, the loss of the magnetic core of the transformer in an AC magnetic field was also measured under the same conditions as THD measurement. The results of the measurement are shown in Table 1.

[0033] As the frequency characteristic of THD, as shown in FIG. 3, the THD at a high frequency is smaller in value and therefore more superior than the THD at a low frequency, so by measuring the value at 5 kHz, it is possible to judge the characteristic of a broad frequency band above that.

[0034]

[Table 1]

	Main component composition (mol%)			Magnetic core loss (kW/m <sup>3</sup> ) (5 kHz)	THD (dB)		
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	ZnO		5 kHz	30 kHz	100 kHz
Ex. 1	52.9	23.9	23.2	1.0	-88	-102	-105
Ex. 2	52.7	24.0	23.3	1.0	-88	-102	-105
Ex. 3	52.8	24.1	23.1	1.0	-88	-102	-105
Ex. 4	53.5	26.2	20.3	1.0	-86	-102	-105
Ex. 5	53.3	26.3	20.4	1.0	-86	-102	-105
Ex. 6	53.4	26.4	20.2	1.0	-86	-102	-105
Ex. 7	53.3	23.1	23.6	1.1	-83	-101	-105
Ex. 8	53.1	23.2	23.7	1.1	-83	-101	-105
Ex. 9	53.2	23.3	23.5	1.1	-83	-101	-105

Ex. 10	54.0	32.7	13.3	1.1	-83	-100	-105
Ex. 11	52.8	24.5	22.7	1.1	-82	-100	-105
Ex. 12	52.9	25.5	21.6	1.1	-81	-100	-105
Ex. 13	54.0	33.0	13.0	1.1	-80	-100	-105
Comp. Ex. 1	53.4	35.4	11.2	1.4	-73	-98	-104
Comp. Ex. 2	54.0	35.2	10.8	1.4	-73	-98	-104
Comp. Ex. 3	53.6	36.2	10.2	1.4	-73	-98	-104
Comp. Ex. 4	54.1	36.6	9.3	1.4	-73	-98	-104
Comp. Ex. 5	54.5	37.0	8.5	1.4	-73	-98	-104
Comp. Ex. 6	54.0	37.5	8.5	1.4	-73	-98	-104

[0035] As shown in Table 1, in the case of an Mn-Zn-based ferrite material having a main component of MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, it is clear that the loss in an AC magnetic field becomes small and as a result the THD of the transformer becomes a small value of not more than -80 dB in a broad frequency band.

[0036] Therefore, when performing ADSL or other high speed data communication by a modem including a ferrite magnetic core of this composition, the distortion of the transmission waveform or noise in the transformer becomes small and occurrence of transmission error can be prevented, so data can be transmitted with a high accuracy.

[0037] In Table 1 as well, referring to Example 1, Example 2 and Example 3, it was found that with a composition of MnO: 23.8 to 24.2

mol%, ZnO: 23.0 to 23.4 mol%, and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 52.6 to 53.0 mol%, the THD characteristic of the transformer becomes a particularly superior value of not more than -85 dB in a broad frequency band.

[0038] Further, referring to Example 4, Example 5 and Example 6, it was found that with a composition of MnO: 26.1 to 26.5 mol%, ZnO: 20.1 to 20.5 mol%, and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 53.2 to 53.6 mol%, the THD characteristic of the transformer becomes a particularly superior value of not more than -85 dB in a broad frequency band.

[0039] Further, in Example 7, Example 8 and Example 9, with a composition comprised of MnO: 23.0 to 23.4 mol%, ZnO: 23.4 to 23.8 mol%, and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 53.0 to 53.4 mol%, the THD becomes not more than -80 dB even at 5 kHz over a broad temperature range of -40 to +85°C as shown in FIG. 4. This was found that the THD characteristic of the transformer is superior in a broad frequency band and broad temperature range.

[0040] Following is the description of the reason for the limit of this range of values in this invention.

[0041] As shown in Comparative Examples in Table 1, if the ratio of the main component of Mn-Zn-based ferrite becomes larger than 34.5 mol% or the ratio of ZnO becomes smaller than 12.0 mol% in the composition of the main component of the Mn-Zn-based ferrite material, the loss of the magnetic core material in an AC magnetic field becomes larger and the THD becomes higher.

[0042] Further, if the ratio of MnO becomes less than 22.0 mol% or the ratio of ZnO becomes larger than 25.0 mol%, the Curie temperature falls to the region of the temperature of actual use and the properties as ferrite are lost.

[0043] Therefore, if the main component of the Mn-Zn-based ferrite material is outside the range of composition of MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, when used as the magnetic core for a transformer used in a modem in ADSL or other high speed data communications, it is clear that transmission of data signal at a high accuracy is difficult.

[0044] As shown in each Comparative Example in Table 1, in the case of an Mn-Zn-based ferrite material having a main component containing

MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , an Mn-Zn-based ferrite material with a superior THD character of the transformer in a broad frequency band may be obtained, and when used as the magnetic core for a transformer used in a modem in ADSL or other high speed data communications, the distortion of the transmission waveform or noise in the transformer becomes small and occurrence of transmission error can be prevented, so data can be transmitted with a high accuracy.

[0045] According to this invention, the shape of the magnetic core for a transformer is not limited to the above EP shape. It may also be an EE shape comprised of a combination of a pair of E-shaped magnetic cores, an EI shape comprised of a combination of an E-shaped magnetic core and I-shaped magnetic core, an RM shaped core 10, as shown in a plan view of Fig 6(A) and a perspective view of Fig 6(B), comprised of a disk 11, a ring 12 and 13 formed integrally with the peripheral edges, and a slug 14 formed at the center of the disk 11, an pot shaped core 20, as shown in a plan view of Fig 7(A) and a sectional view of Fig 7(B), comprised of a ring 22 and 23 formed integrally with the peripheral edges of a disk 21, cutaway parts 24, and a slug 25 formed integrally at the center of the disk 21, or an EPC shape magnetic core 30, as shown in FIG. 8, comprises side leg 32, 33 at the two sides of the connector portion 31 and center leg 34. Whatever the shape, it is possible to make the THD of the transformer not more than -75 dB over a broad frequency band.

[0046] According to the second embodiment of the present invention, the gap of EP shape magnetic core as shown in above fig. 1 is processed by penetrating not only to the top of the center leg 2' but also to the outer leg 3' to form  $\Delta$ G gap (This gap referred to "through gap" below) as shown in Fig. 5 by the arrow A to allow good mass productivity. After the gap process, the THD of the transformer was measured and it only became higher by about 2 dB compared with just a center gap shown in Figure 1. It became clear that even the gap was processed to such through gap, the THD of the transformer becomes a small value of not more than -75 dB in a broad frequency band.

[0047] And through gap, by grinding method of center gap, is possible

to grind from the center legs 2' to the outer legs 3' as shown by the arrow A. Therefore, by aligning a plurality of magnetic core in this arrow direction, it becomes possible to simultaneously process a large number of magnetic cores by a single grinding step and therefore process the gaps of the magnetic cores with a good mass productivity.

[0048] Therefore, when using the magnetic core of a gap processed to through gap for a modem in ADSL or other high speed data communication, the distortion of the transmission waveform or noise in the transformer becomes small and occurrence of transmission error can be prevented, so data can be transmitted with a high accuracy.

[0049] This through gap can be applied not only to an EP shape, but also RM shape, pot shape, EPC shape, etc.

[0050] Note that in the above explanation, reference was made to ADSL, but the present invention is of course not limited to this. It may be broadly applied to VDSL or other xDSL as well.

[0051] [Effect of the Invention]

According to the present invention, following effect can be provided.

[0052] (1) By providing an xDSL modem transformer comprised of MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , the THD characteristic of the transformer becomes not more than -80 dB in a broad frequency band. Therefore, the distortion of the transmission waveform and noise in high speed data communication become smaller, the occurrence of transmission error can be prevented, and a data signal can be transmitted at a high accuracy.

[0053] (2) Particularly, by providing an xDSL modem transformer comprised of MnO: 23.8 to 24.2 mol%, ZnO: 23.0 to 23.4 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 52.6 to 53.0 mol%, the THD characteristic of the transformer can be made not more than -85 dB in a broad frequency band. Therefore, it is possible to further reduce the distortion of the transmission waveform or noise in high speed data communications, possible to further prevent occurrence of transmission error, and possible to transmit a data signal at a higher accuracy.

[0054] (3) If provided is an xDSL modem transformer comprised of MnO: 26.1 to 26.5 mol%, ZnO: 20.1 to 20.5 mol%, and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 53.2 to 53.6 mol%, the THD characteristic of the transformer can be made not

more than -85 dB in a broad frequency band. Therefore, it is possible to further reduce the distortion of the transmission waveform or noise in high speed data communications, possible to further prevent occurrence of transmission error, and possible to transmit a data signal at a higher accuracy.

[0055] (4) Further, by providing an xDSL modem transformer comprised of MnO: 23.0 to 23.4 mol%, ZnO: 23.4 to 23.8 mol%, and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 53.0 to 53.4 mol%, the THD characteristic of the transformer can be made not more than -80 dB over a broad temperature range of -40 to +85° C and in a broad frequency band. Therefore, even in an atmosphere with sharp changes in temperature, it is possible to further reduce the distortion of the transmission waveform or noise in xDSL high speed data communications, possible to further prevent occurrence of transmission error, and possible to transmit the data signal at a higher precision.

[0056] (5) In the magnetic core, the height of the center leg from the bottom plate and the height of part of the outer leg from the bottom plate are made the same by a magnetic core material for an xDSL high speed data communications modem transformer as referenced in above (1) to (4). Accordingly, it is possible to simultaneously grind a large number of above center leg and part of the outer leg by the same grinding step and to process the above magnetic core for transformer, xDSL high speed data communications having the THD of the transformer not more than -75 dB in a broad frequency band, efficiently.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] explanatory drawing for the shape of a magnetic core measured for THD

[Fig. 2] circuit diagram of THD measurement

[Fig. 3] broad frequency band characteristic of THD

[Fig. 4] an example of the measurement value when giving temperature changes (example 7, example 8, example 9)

[Fig. 5] explanatory drawing for a gap processed improvement condition for mass productivity

[Fig. 6] explanatory drawing for a magnetic core of an RM shape

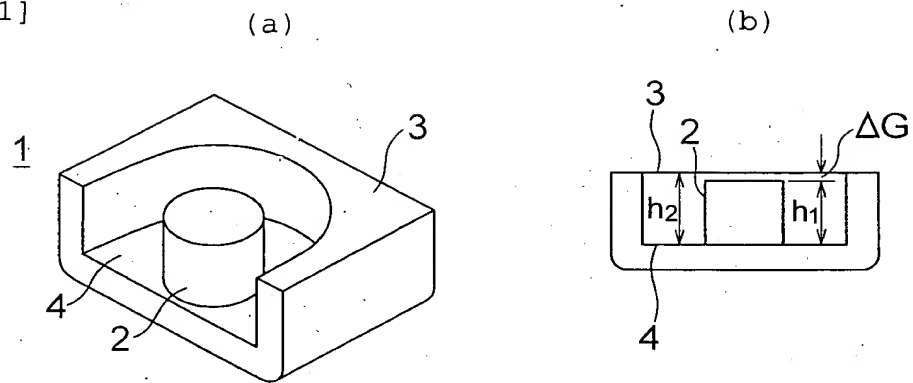
[Fig. 7] explanatory drawing for a magnetic core of a pot shape

[Fig. 8] explanatory drawing for a magnetic core of an EPC shape

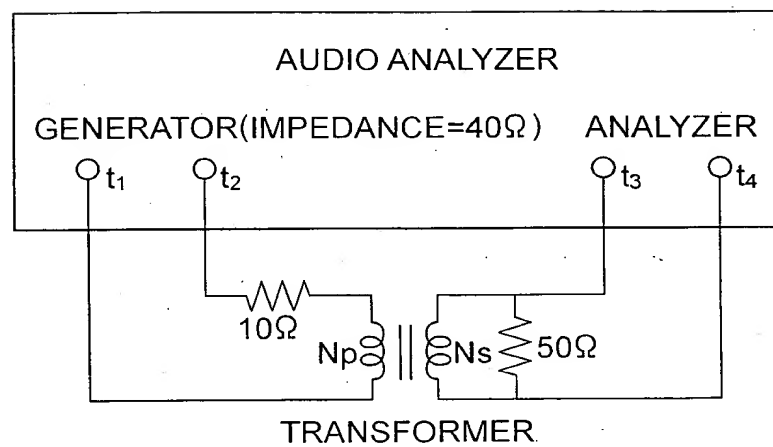
[Description for the codes]

1. magnetic core for EP shape
2. center leg
3. outer leg
4. bottom plate

[Fig. 1]

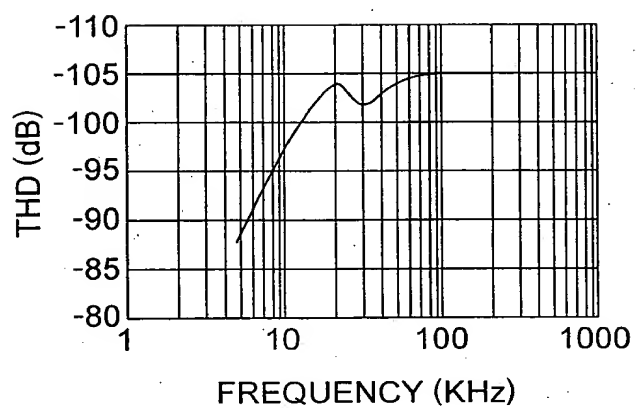


[Fig. 2]

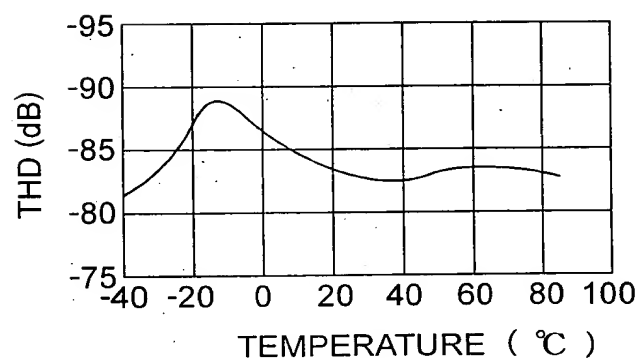




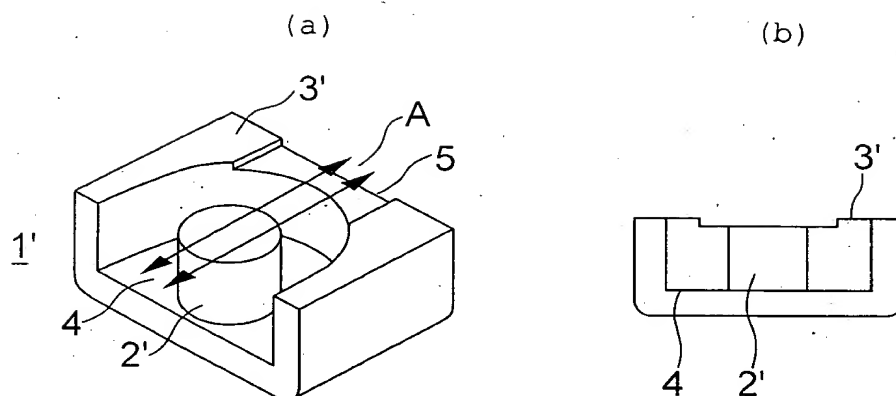
[Fig. 3]



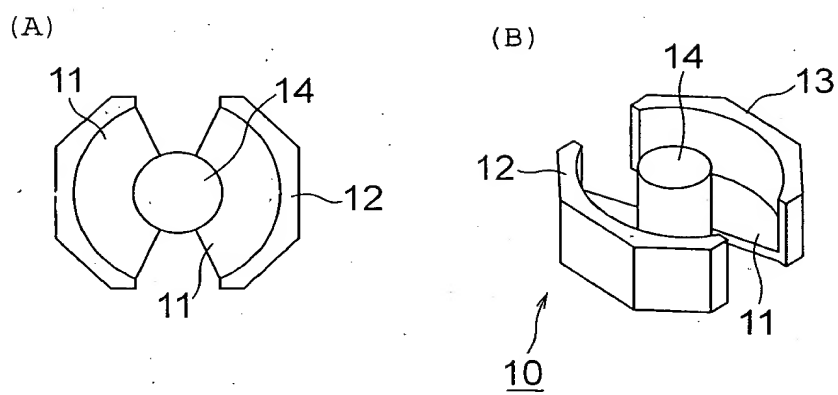
[Fig. 4]



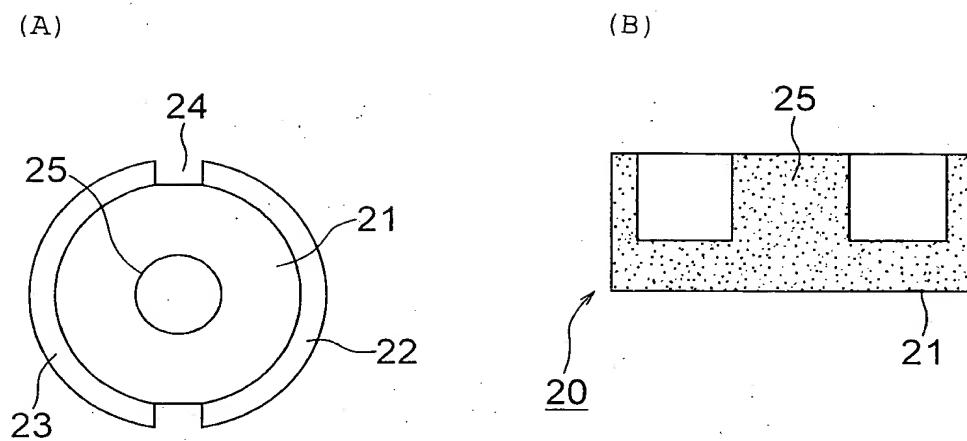
[Fig. 5]



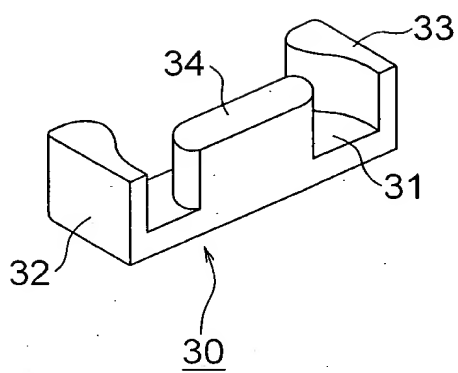
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Designation of Document] Abstract

[Abstract]

[Problems of the Invention] providing a magnetic core material for a high performance transformer suitable for a magnetic core for a transformer of a modem used in ADSL or other high speed data communication and superior in THD characteristic in a broad frequency band

[Means for Solving the Problems] Therefore, provided is a magnetic core material for an xDSL modem transformer having a main component comprised of MnO: 22.0 to 34.5 mol%, ZnO: 12.0 to 25.0 mol%, and the rest of substantially  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , and having the THD of the transformer not more than -80 dB in a broad frequency band.

[Selected Drawings] None